



# 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

燃料揮發特性及控制技術研究

## The Study of Fuel Evaporation and Control Technology

計畫編號：NSC 89-2212-E-168-019

執行期限：89年8月1日至90年7月31日

主持人：洪榮芳 崑山科技大學機械工程系

計畫參與人員：陳俊維 陳靖杰 黃仁昭 徐振雄

吳建發 崑山科技大學機械工程系

### 一、中文摘要

本計畫主要在於改變多種進氣溫度，以控制燃料的揮發特性，探討其對於小型引擎在冷車啟動的暫態過程中，污染排放的特性，並尋求暫態過程中引擎污染排放改善之道。

冷啟動的暫態過程是指引擎啟動之後急速運轉及加減速行車狀況，實驗並改變多種不同的進氣溫度及冷車增濃油量，探討其對於污染排放的影響；行車加減速過程則在車體動力計上進行測試，機車引擎於啟動後，立刻加速至各定速狀況，於定速行駛一段特定時間後，隨即減速至惰速狀況。

進氣溫度變化範圍包括室溫（進氣未預熱）、50℃及70℃等；冷車空燃比增濃以控制自動阻風器的預通電時間來改變增濃油量。

由實驗結果得知，在冷車啟動的運轉實驗中，最佳的進氣溫度在50~70℃之間，最佳的自動阻風器的預通電時間在20~40秒之間。

**關鍵詞：**小型引擎、燃料揮發特性、冷車啟動、進氣溫度

### Abstract

Fuel evaporation on the exhaust emissions of the small engines was investigated under transient conditions. The transient conditions include cold start idle operation, acceleration and deceleration. Acceleration and deceleration were performed on chassis dynamometer. Fuel evaporation was enhanced by the intake air preheating. The enrichment of the fuel amount for engine cold start was changed by auto-choke valve closing time by controlling the switching-on duration of the switch before start the engine. The experiment results show that the best intake temperature is between 50 and 70°C, and the best switching-on time is between 20~40 seconds.

**Keywords:** Small engine, fuel evaporation, cold start, intake temperature

### 二、緣由與目的

我國機車產量相當大，居世界第四位，並將於2003年開始實施冷車行車污染法規。我國現行的空氣污染控制法規，在機車部份仍為熱車測試，即機車引擎在啟動之後先以定速行駛暖車之後，再進行污染排放的取樣工作。但冷車啟動之初，引擎及觸媒轉化器都已達正常工作溫度，所以解決污染排放的技術層次較低。若以冷車啟動模式進行污染量測，在冷車啟動之初的污染防制技術較難，所以，冷車啟動模式污染量測的實施，勢必為國內機車業帶來極大的衝擊，技術層次方面也將面臨空前嚴格的挑戰。

引擎在冷車啟動及暖車(Warm up)期間，因為引擎及觸媒轉化器都尚未達正常工作溫度，極易造成不完全燃燒與轉化效率偏低的問題，導致引擎嚴重的污染排放。由於我國目前機車污染法規仍採熱車測試，各界在冷車啟動方面的研究仍很缺乏。國內杜啟綸等人[1]曾針對機車引擎在冷啟動之後的惰轉狀況及ECE-40行車型態的污染排放進行研究；Boam等人[2]針對汽車引擎冷啟動及暖車過程中碳氫化合物(HC)的來源進行探討；Ludykar等人[3]則分別在環境溫度22℃、-7℃及-20℃等狀況下，探討裝有三元觸媒轉化器汽車的冷啟動污染排放；Umehara等人[4]探討冷車啟動的污染排放，以點火角度的延後使排氣溫度升高，藉以使未燃氣在排氣管中再反應，以降低排氣污染；洪榮芳等[5]則針對二、四行程機車引擎暫態過程，包括冷車啟動、加速及減速過程等的排氣特性及改善方法進行初步探討；洪榮芳等[6]亦以二行程引擎為載具，進行冷車及熱車白煙排放特性研究，發現引擎溫度對於二行程引擎白煙具有決定性的影響。尤以上的回顧可知，從事於小引擎冷啟動研究方面的文獻仍然很少，尤其國內這方面的技術資料也相當缺乏，故國內實在有加強這方面研究的必要。

本研究的重點在於針對機車引擎冷啟動惰速運轉進行實驗測試，以探討在冷車運轉期間燃料揮發特性對於機車引擎污染排放的影響，並尋求改善的途徑。探討的參數包括引擎進氣溫度及冷啟動增濃油量等。實驗配置如圖1、實驗裝置如圖2所示。引擎進氣溫度的控制模式如圖3所示；行車的測試型態如圖4所示。

### 三、結果與討論

圖 5 與圖 6 為進氣溫度 27°C(室溫)的情況下，引擎冷啟動怠速運轉的 CO 及 HC 污染量測結果。圖 5 顯示 CO 污染濃度於引擎冷啟動之後急速升高，最大值與自動阻風器預通電時間呈反向關係，亦即，通電時間越短 CO 濃度越高，此即表示通電時間越短，增濃油量越多所致，本研究即是以此方式來達到冷車啟動增濃油量的改變。待約 80 秒之後，CO 濃度即快速下降至穩定值。再看圖 6 的 HC 污染排放亦可發現，在引擎冷啟動之後，其濃度由 0ppm 急速升高至 500ppm 以上，經過 80 秒之後，其值快速下降至約 150ppm 而成為一穩定值。其中自動阻風器通電 60 秒的狀況，HC 則甚至高達 3000ppm 以上，而通電 80 秒者完全無法發動，這表示進氣溫度完全無預熱的情況下，燃料較不易揮發，致使實際混合的油氣較稀，在油氣未增濃的情況下難以點著火使引擎發動。

圖 7 與圖 8 所示為進氣溫度 50°C、在不同自動阻風器預先通電時間的情況下，引擎冷啟動之後至怠速運轉的暫態測試結果。圖 7 顯示引擎在冷啟動之後，CO 濃度隨通電時間的增長而降低，其理由與前面所述相同，但在相同通電時間之下的比較，可知進氣溫度 50°C 的峰值高於進氣溫度 27°C 者，這表示在相同的供油量的情況下，較高的進氣溫度可使燃料揮發特性獲得改善，於是有較高的 CO 排放濃度；再看圖 8 的 HC 污染排放，由此圖可以發現，自動阻風器通電 0 秒至 60 秒的情況，HC 污染的排放濃度差異不大，但當通電時間達 80 秒時，其濃度則忽然竄升至接近 3000ppm，這表示通電時間達 80 秒時，引擎相當不好啟動，幾個未點燃循環所排放出的未燃氣即造成偏高 HC 的污染排放。

圖 9 與圖 10 為引擎進氣溫度 70°C，在不同自動阻風器預先通電時間的情況下，引擎冷啟動之後至怠速運轉的暫態測試結果。由此兩圖可知，其趨勢亦與前面者相近，但由圖中可知，CO 濃度的峰值較前兩者為高，HC 濃度的峰值則較低，可見此一較高的進氣溫度更促使燃料的揮發特性與燃燒特性的改善。

圖 11 及圖 12 分別來探討進氣增濃的供油情況與進氣溫度對於怠速污染排放的影響。首先看圖 11 所示自動阻風器預先通電的時間對於 CO 峰值的影響，由圖中可知，CO 的排放濃度隨通電時間的增加而明顯降低，此即表示預先通電時間越長，自動阻風器油針關得越小，所以 CO 濃度越小，至通電達 80 秒，其 CO 值已由未預先通電的 3.0% 降至 0.5% 以下，所以使得引擎相當不易發動；再看圖 12 可知，進氣溫度為室溫的情況下，HC 的濃度是偏高的，進氣溫度為 50°C 及 70°C 者則已明顯改善且兩者相當接近，由此可見，基於安全及省電的考量，採用 50°C 的進氣溫度控制即足以改善冷車啟動的污染排放；另外，進氣溫度為 27°C 者，通電時間達 60 秒時，其 HC 的排放濃度已高達 3100ppm，表示此時已不易發動，未點火循環的燃料大量排放出來成為 HC 的排放；其他兩種進氣溫度則至通電

80 秒時，HC 濃度也分別上升到 2000~3000ppm 之間。

圖 13 及圖 14 則在探討引擎進氣溫度對於 CO 及 HC 排放的影響。由圖 13 可知，在不同的自動阻風器的通電時間下，CO 的排放濃度隨著進氣溫度的增加而逐漸上升，這也表示在相同的供油情況下，進氣溫度越高燃料揮發越好所致；再看圖 14 HC 的排放濃度，由圖可知，自動阻風器先行通電 40 秒，在各種進氣溫度下，都可獲得最低的 HC 排放；通電 60 秒者，進氣溫度在 27°C 時，HC 的排放濃度竟高達 3000 ppm 以上，當通電時間達 80 秒時，進氣溫度不論是 50°C 或 70°C，HC 的排放都在 2000ppm 以上，而且進氣溫度為室溫的情況下根本即無法發動。

圖 15 為進氣溫度 50°C 的情況下，行車速度 40 km/h、自動阻風器預通電時間為 20 秒的情況下，冷車啟動 HC 的污染排放。由圖中可看出，在第一個循環很明顯的出現三個峰值，分析其原因，第一個峰值乃是因為行車起步時混合氣突然變濃而未完全燃燒所致，第二個峰值則出現在由加速轉為定速時，其原因乃是因為由加速轉為定速時，騎乘者會有突然關小油門的動作，而在於定速 40 km/h 的行車狀況下，油門開度本來就很小，突關油門的動作幾乎使油門全關，所以進氣管瞬間產生一負壓，而吸入大量的燃料，致使 HC 濃度產生偏高的現象。圖 16 所示為進氣溫度 50°C 的情況下，行車速度 50 km/h、自動阻風器預通電時間為 20 秒，冷車啟動 HC 的污染排放。由此圖所示的趨勢大致與圖 15 者相近，但值得注意的是，HC 的兩個峰值比前述 40 km/h 者明顯較高，尤其減速階段者更高出約 400ppm，此乃係因為引擎由較高轉速突關油門，其所產生的進氣負壓大於較低轉速的進氣負壓所致。

由以上實驗研究的結果，可以獲得以下結論：引擎在冷起動惰速運轉狀況下，CO 排放濃度均隨著自動阻風器預通電時間的增長而逐漸降低；另外，在相同的通電時間下，進氣溫度越高，CO 濃度也越高，這表示燃料揮發特性因進氣溫度的升高而獲得改善，而且實驗數據顯示，進氣溫度加熱至 50°C 即已足夠。HC 的排放濃度於通電時間為 40 秒之前，其排放濃度亦隨著通電時間的增加而減少，但進氣溫度為室溫者，在 60 秒之後則明顯上升；進氣溫度為 50°C 及 70°C 者，亦於 80 秒後快速竄升。HC 的竄升表示引擎發動不易，未燃的燃料排放出來即成為高濃度的 HC。此亦表示，適當的提升進氣溫度可改善燃料的揮發特性，以較少的增濃油量即可發動引擎。

### 四、成果自評

本計畫以引擎最終的測試結果直接表示出來，跳過模擬測試的階段，與原規劃的實施方式稍有不同，卻不影響計畫最終所要的結果，即在此計畫執行中已找出冷啟動污染及油耗改善的方法。在目標達成的方面，除模擬測試部分外，其他都依計畫目標進行完成，並分別於兩個研討會發表三篇文

章[5,7,8]，而且亦已提出一專利申請案[9]，兼具有學術及應用的價值，而且計畫的成果亦正在進行投稿於學術期刊的撰稿。

本計畫的重要發現為引擎進氣適當的預熱，可降低冷啟動的燃料供應量，節省燃料，CO及HC的污染排放亦可獲得改善，而且，進氣預熱溫度及燃料供應量均有其最佳值存在。

## 五、參考文獻

- [1] 杜啟綸，盧昭暉，王美文，莊訓城，吳盛忠，陳雄文，機車冷啟動對污染排放之影響。高雄市，第六屆海峽兩岸環境保護研討會，pp.802-807，民國八十八年。
- [2] Boam, D.J., Finlay, I.C., Bilddulph, T.W., Ma, T.A., Lee, R., Richardson, S.H., Bloomfield, J., Green, J.A., Wallace, S., Woods, W.A. & Brown, P., The sources of unburnt hydrocarbon emissions from spark ignition engines during cold starts and warm-up. Proc. Instn. Mech. Engrs., Part D: Journal of Automobile Engineering. Vol. 208, pp.1-11 (1994).
- [3] Ludykar, D., Westerholm, R. & Almen, J., Cold start emissions at +22, -7 and -20°C ambient temperatures from a three-way catalyst(TWC) car: regulated and unregulated exhaust components. the Science of the Total Environment, Vol. 235, pp.65-69 (1999).
- [4] Umehara, K., Tateishi, T., Nishimura, H. & Misumi, M., HC reduction system for cold start and warm-up phases-Improvement of catalyst warm-up by retarded ignition. JSAE Review(Technical Notes), Vol.18, pp.67-68 (1997).
- [5] 洪榮芳，周煥銘，陳俊維，黃仁昭，陳靖杰，徐振雄，吳建發，機車引擎暫態過程污染排放研究，第十六屆技職研討會，花蓮市，民國九十年四月十八日。
- [6] 洪榮芳，盧昭暉，二行程機車引擎藍白煙排放特性研究，2001 中華民國燃燒學會/民航學會/航太學會學術聯合會議，中壢市，九十年三月十七日。
- [7] 洪榮芳，周煥銘，陳健民，王國佑，周文河，蔡震華，李宗龍，機車引擎冷啟動怠速污染排放改善研究，(投稿於中國機械工程學會第十八屆學術研討會)。
- [8] 洪榮芳，周煥銘，蔡震華，陳健民，王國佑，周文河，李宗龍，機車引擎冷啟動行車暫態過程污染改善研究，(投稿於中國機械工程學會第十八屆學術研討會)。
- [9] 洪榮芳，周煥銘，蔡震華，陳健民，王國佑，周文河，李宗龍，汽機車引擎氣流預熱裝置(已提出專利申請)。

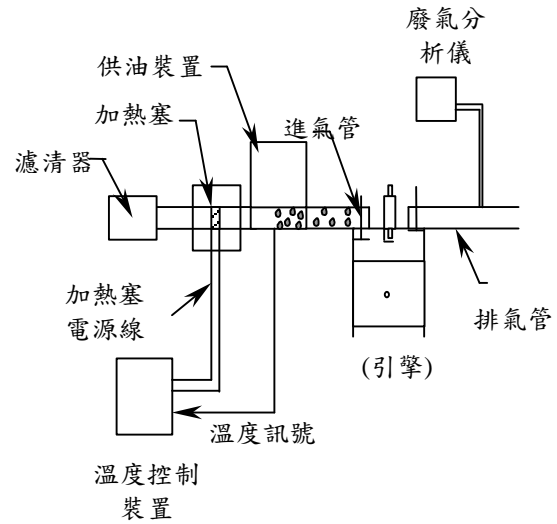
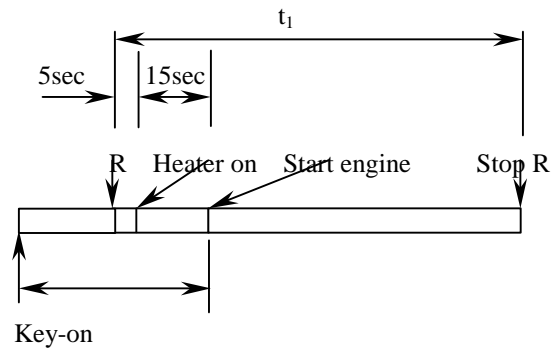


圖 1 實驗配置圖



圖 2 實驗裝置



(R: Record data)

圖 3 機車冷車啟動與溫度控制模式

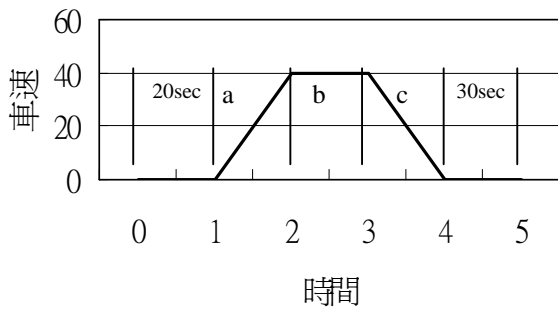


圖 4 機車行車測試型態

表 3 機車行車型態參數

車速 (km/h)	a (sec)	b (sec)	c
0-40	12	150	急關油門
0-50	26	150	急關油門

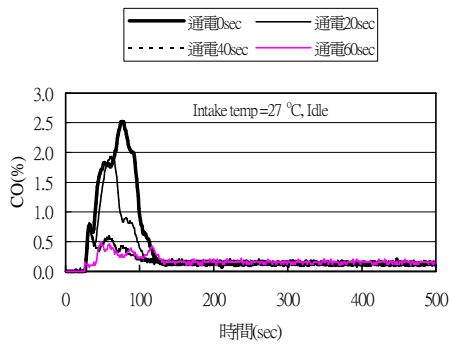


圖 5 怠速狀況下，進氣溫度為室溫時，CO 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

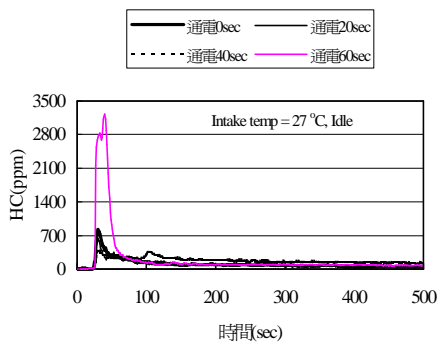


圖 6 怠速狀況下，進氣溫度為室溫時，HC 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

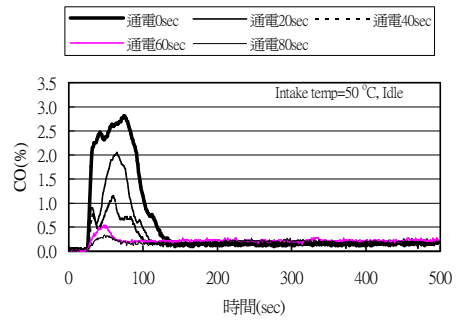


圖 7 怠速狀況下，進氣溫度 50°C 時，CO 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

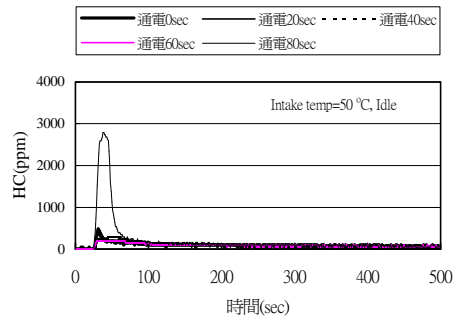


圖 8 怠速狀況下，進氣溫度 50°C 時，HC 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

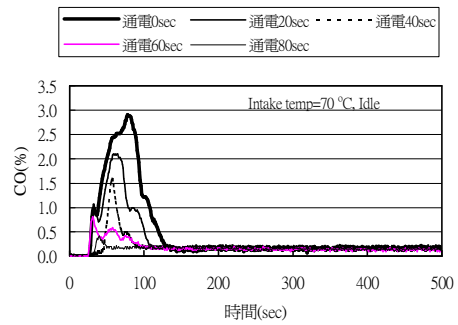


圖 9 怠速狀況下，進氣溫度 70°C 時，CO 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

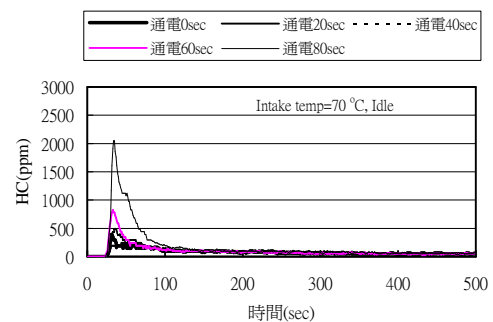


圖 10 怠速狀況下，進氣溫度 70°C 時，HC 隨著自動阻風器預通電時間的變化情形

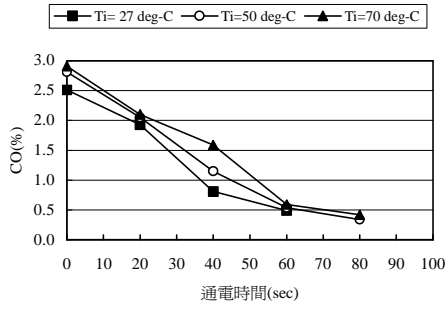


圖 11 於怠速狀況及不同進氣溫度下，自動阻風器預通電時間對於最大 CO 排放的影響

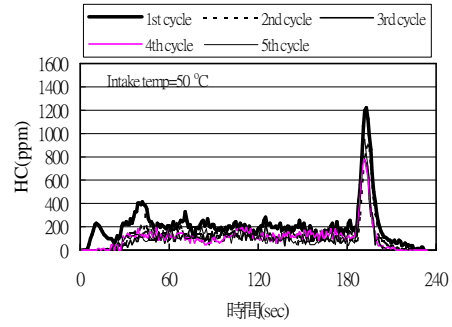


圖 15 0→40 km/h 行車過程的 HC 污染排放 (進氣溫度 50 °C，預通電時間 20 sec)

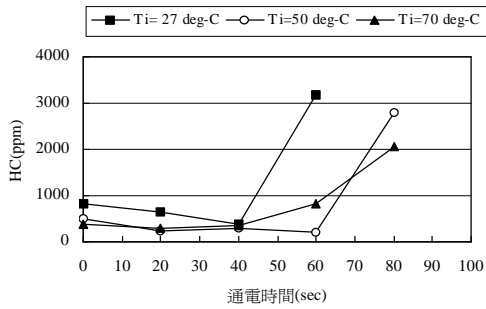


圖 12 於怠速狀況及不同進氣溫度下，自動阻風器預通電時間對於最大 HC 排放的影響

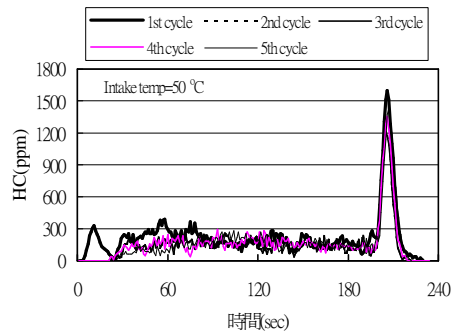


圖 16 0→50 km/h 行車過程的 HC 污染排放 (進氣溫度 50 °C，預通電時間 20 sec)

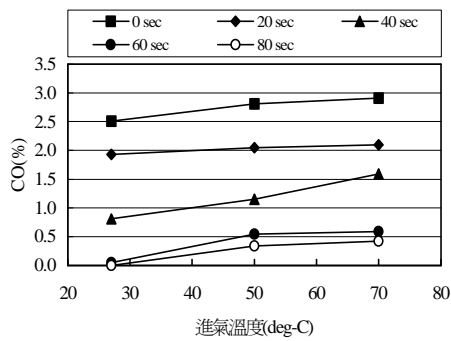


圖 12 於怠速狀況及不同自動阻風器預通電時間下，進氣溫度對於最大 CO 排放的影響

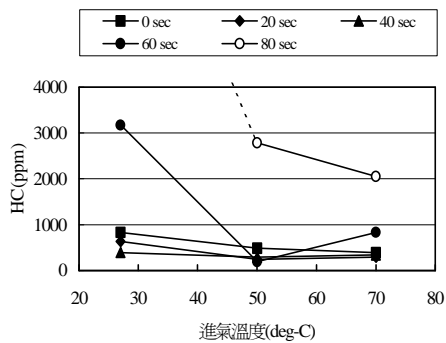


圖 13 於怠速狀況及不同自動阻風器預通電時間下，進氣溫度對於最大 HC 排放的影響